



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ **Patentschrift**
⑯ **DE 40 35 264 C 2**

⑯ Int. Cl. 6:
C 22 C 9/04
F 16 D 23/04

DE 40 35 264 C 2

⑯ Aktenzeichen: P 40 35 264.1-24
⑯ Anmeldetag: 2. 11. 90
⑯ Offenlegungstag: 7. 5. 92
⑯ Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 3. 8. 95

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:

Chuetsu Metal Works Co.,Ltd., Toyama, JP

⑯ Vertreter:

Boehmert, A., Dipl.-Ing.; Hoermann, W., Dipl.-Ing.
Dr.-Ing., 28209 Bremen; Goddar, H., Dipl.-Phys.
Dr.rer.nat.; Liesegang, R., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.;
Münzhuber, R., Dipl.-Phys., 80801 München; Winkler,
A., Dr.rer.nat., 28209 Bremen; Busch, T., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 80331 München; Stahlberg, W.;
Kuntze, W.; Kouker, L., Dr., Rechtsanwälte, 28209
Bremen

⑯ Erfinder:

Nakashima, Kunio, Toyama, JP; Hosoda, Masao,
Toyama, JP; Inagaki, Kazuyuki, Toyama, JP

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

US 41 48 635

⑯ Abnutzungsbeständige Kupferlegierungen und Verwendung derselben für Synchronisieringe in
Kraftfahrzeuggetrieben

⑯ Abnutzungsbeständige Kupferlegierung, bestehend aus

- (1) 10 bis 43% Zink,
- (2) 2 bis 8% Aluminium,
- (3) 0,01 bis 1% Molybdän,
- (4) 0,01 bis 2% Zirkonium, Titan und/oder Vanadium,
- (5) 0,1 bis 5% Eisen, Nickel und/oder Kobalt sowie
- (6) Kupfer als Rest mit unvermeidlichen Verunreinigungen
oder
- (1) 10 bis 43% Zink,
- (2) 2 bis 8% Aluminium,
- (3) 0,01 bis 1% Niob,
- (4) 0,01 bis 2% Zirkonium, Titan und/oder Vanadium,
- (5) 0,1 bis 3% Zinn und/oder 0,1 bis 5% Eisen, Nickel
und/oder Kobalt,
- (6) von 56 bis 65% Kupfer als Rest mit unvermeidlichen
Verunreinigungen.

DE 40 35 264 C 2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft abnutzungsbeständige Kupferlegierungen sowie die Verwendung derselben für Synchroniserringe in Kraftfahrzeuggetrieben.

5 Abnutzungsbeständige Messinglegierungen, die unter Hochgeschwindigkeits- und Hochbelastungsbedingungen herkömmlicherweise verwendet werden sind, sind solche, in denen intermetallische Verbindungen, wie etwa Mn₂Si, ausgefällt werden. Wenn sie jedoch unter härteren Gleitbedingungen verwendet werden, die bei Betrieb mit hoher Geschwindigkeit und hoher Belastung mit Neigung zu niedriger Viskosität der Schmieröle auftreten, sind die bekannten Messinglegierungen in der praktischen Anwendung im Hinblick auf Festigkeit, Duktilität und 10 Abnutzungsbeständigkeit nicht befriedigend. Demgemäß besteht ein starkes Bedürfnis nach Messinglegierungen mit besseren charakteristischen Eigenschaften.

Die US-PS 4148635 offenbart eine Kupferlegierung mit 66 bis 80% Kupfer, 15 bis 32,5% Zink, 1 bis 5% Aluminium, 0,1 bis 3% Kobalt, Titan oder Chrom, 0,2 bis 5% Nickel, 0,2 bis 1,5% Eisen und 0,02 bis 1% Niob.

15 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, neuartige Kupferlegierungen zur Verfügung zu stellen, die eine hohe Festigkeit, hohe Duktilität und gute Abnutzungsbeständigkeit besitzen und insbesondere zur Verwendung für Synchroniserringe in Kraftfahrzeuggetrieben geeignet sind.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch Kupferlegierungen nach den Ansprüchen 1 und 3 gelöst. Die Unteransprüche 2 und 4 betreffen bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung.

20 Des Weiteren betrifft die Erfindung die Verwendung der erfindungsgemäßen Kupferlegierungen für Synchroniserringe in Kraftfahrzeuggetrieben.

Die erfindungsgemäßen Kupferlegierungen umfassen unterschiedliche Elemente in definierten Bereichen. Die Zusammensetzungsbereiche der Legierungen sind aus den folgenden Gründen so festgelegt.

(a) Zn und Al

25 Zn und Al sind wesentliche Elemente der erfindungsgemäßen Legierung. Diese Elemente tragen dazu bei, die Abnutzungsbeständigkeit der Legierungen zu verbessern, und können ihr Festigkeit und Duktilität verleihen. Zn und Al sind somit Bestandteile, die die Matrixstruktur der Legierung festlegen. In Abhängigkeit von den Gehalten an Zn und Al ändert sich die Struktur zu $\alpha + \beta$, β oder $\beta + \gamma$. Wenn der Gehalt an Zn im Bereich von 10 bis 43 Gew.-% (im weiteren der Einfachheit halber als % bezeichnet) und der Gehalt von Al im Bereich von 2 bis 8% liegt, wird die Struktur einer $\alpha + \beta$ -Phase mit guter Festigkeit, Duktilität und Abnutzungsbeständigkeit erhalten. Wenn der Gehalt an Zn niedriger ist als 10% und der Gehalt an Al niedriger ist als 2%, erhöht sich die α -Phase, so daß gute charakteristische Eigenschaften nicht erzielt werden können. Andererseits, wenn die Gehalte an Zn und Al 43% bzw. 8% übersteigen, tritt die γ -Phase auf, was zu einer Verringerung der Duktilität führt. Demgemäß liegen die Gehalte an Zn und Al in den Bereichen von 10 bis 43% bzw. von 2 bis 8%.

(b) Nb oder Mo

40 Nb oder Mo sollten in der erfindungsgemäßen Legierung enthalten sein. Nb oder Mo ist ein wesentliches Element zum Ausfallen einer für die erfindungsgemäße Legierung inhärenten intermetallischen Verbindung. Die Koexistenz einer intermetallischen Verbindung von Mo oder Nb und einer intermetallischen Verbindung wenigstens eines Elements, ausgewählt aus Zr, Ti und V, führt zu einer bemerkenswerten Verbesserung der Abnutzungsbeständigkeit der Legierung. Wenn der Gehalt an Nb oder Mo niedriger als 0,01% ist, ist die Verbesserung nicht signifikant. Oberhalb 1% wird die intermetallische Verbindung grob, was zu einer Erniedrigung der Duktilität führt. Der Gehalt an Nb oder Mo liegt daher im Bereich von 0,01 bis 1%.

(c) Zr, Ti und/oder V

50 Die erfindungsgemäße Legierung sollte wenigstens ein Element enthalten, das aus Zr, Ti und V ausgewählt ist. Diese Elemente sind in der Lage, intermetallische Verbindungen mit feiner Struktur durch Kombination mit Sn, Mo, Fe, Ni, Co und/oder Si zu bilden, wodurch die Abnutzungsbeständigkeit verbessert wird. Wenn der Gehalt dieses wenigstens einen Elements niedriger als 0,01% ist, wird die Verbesserungswirkung nicht erreicht. Oberhalb 2% wird die intermetallische Verbindung grobkörnig, was zu einer Erniedrigung der Duktilität führt. Der Gehalt an dem wenigstens einen Element liegt daher im Bereich von 0,01 bis 2%.

55 (d) Sn und/oder Fe, Ni und/oder Co

Wenn Nb verwendet wird, wird Sn und/oder wenigstens ein Element, das aus Fe, Ni und Co ausgewählt ist, in der erfindungsgemäßen Legierung verwendet.

60 Sn ist in der Lage, eine intermetallische Verbindung mit Nb, Zr, Ti oder V zu bilden. Die intermetallische Verbindung ist gleichmäßig und fein in der Legierungsmatrix dispergiert und verbessert somit die Festigkeit und Abnutzungsbeständigkeit der Legierung. Wenn der Gehalt an Sn niedriger ist als 0,1%, wird die beabsichtigte Verbesserungswirkung nicht erzielt. Oberhalb 3% wird nicht nur die Festigkeit und Abnutzungsbeständigkeit nicht weiter verbessert, sondern auch die Warmbearbeitbarkeit vermindert. Demgemäß liegt der Gehalt an Sn im Bereich von 0,1 bis 3%.

65 Fe, Ni und/oder Co sind in der Lage intermetallische Verbindungen mit Nb, Zr, Ti, V und/oder Si zu bilden, um die Festigkeit und Abnutzungsbeständigkeit der Legierung zu verbessern. Wenn der Gehalt an diesem wenigstens einen Element niedriger ist als 0,1%, ist die Verbesserungswirkung nicht signifikant. Oberhalb 5% ist die

Duktilität erniedrigt. Demgemäß liegt der Gehalt an Fe, Ni und/oder Co im Bereich von 0,1 bis 5%.

Wenn Mo anstelle von Nb verwendet wird, werden Fe, Ni und/oder Co ebenfalls verwendet, da sie auch in der Lage sind, mit Mo (ähnlich wie mit Nb) intermetallische Verbindungen zu bilden. In diesem Fall liegt der Gehalt im Bereich von 0,1 bis 5%.

Wenn Sn in Kombination mit Nb verwendet wird, kann weiterhin wenigstens ein Element, ausgewählt aus Fe, Ni und Co, in einer Menge von 0,1 bis 5%, 0,1 bis 3% Mn und/oder 0,1 bis 3% Pb verwendet werden. Alternativ dazu, wenn wenigstens ein Element, ausgewählt aus Fe, Ni und Co, in Kombination mit Nb verwendet wird, können 0,1 bis 3% Mn, von 0,1 bis 2% Si, von 0,1 bis 3% Sn und/oder von 0,1 bis 3% Pb verwendet werden. Überdies kann die Legierung, wenn Mo anstelle von Nb und in Kombination mit wenigstens einem Element, ausgewählt aus Fe, Ni und Co, verwendet wird, weiterhin von 0,1 bis 3% Mn, von 0,1 bis 2% Si, von 0,1 bis 3% Sn und von 0,1 bis 3% Pb umfassen. Diese fakultativen Elemente sind im weiteren beschrieben.

5

10

(e) Mn

Mn kann die Legierung durch Bildung einer festen Lösung in der Legierungsmatrix festigen und besitzt die Wirkung, die Legierungsstruktur im Hinblick auf die thermische Vorgeschichte zu stabilisieren. Demgemäß wird Mn fakultativ der Legierung zugesetzt. Wenn der Gehalt an Mn niedriger ist als 0,1%, ist die Festigungs- und Stabilisierungswirkung nicht signifikant entwickelt. Andererseits, oberhalb 3%, ist es wahrscheinlich, daß eine Oxidschlacke zum Zeitpunkt des Schmelzens der Legierung erzeugt wird, was zu einem Mangel an Fehlerfreiheit im resultierenden Gußblock führt. Der Gehalt liegt somit im Bereich von 0,1 bis 3%.

15

20

(f) Si

Si verstärkt die intermetallische Verbindung zwischen Mo oder Nb und wenigstens einem Element, das aus Zr, Ti und V ausgewählt ist, und verbessert somit die Abnutzungsbeständigkeit. Si wird fakultativ zugesetzt, wenn eine bessere Abnutzungsbeständigkeit erforderlich ist. Wenn der Gehalt niedriger ist als 0,1%, ist die Verbesserungswirkung nicht signifikant. Oberhalb 2%, wird die intermetallische Verbindung grobkörnig, was zu einer Erniedrigung der Duktilität führt. Der Gehalt liegt somit im Bereich von 0,1 bis 2%.

25

(g) Sn

30

Wie zuvor ausgeführt, wird dieses Element auch anstelle von Fe, Ni, und/oder Co in Kombination mit Nb, verwendet, um eine intermetallische Verbindung mit Nb, Zr, Ti und/oder V zu bilden. Im allgemeinen besitzt Sn jedoch die Wirkung, der Legierung eine gute Gleiteigenschaft zu verleihen. Wenn der Gehalt niedriger ist als 0,1%, ist die Wirkung nicht signifikant. Oberhalb 3% wird die Warmbearbeitbarkeit vermindert. Der Gehalt liegt somit im Bereich von 0,1 bis 3%.

35

(h) Pb

40

Pb wird fakultativ zu dem Zweck zugesetzt, die Legierung im Hinblick auf die maschinelle Bearbeitbarkeit zu verbessern oder dort, wo gute maschinelle Bearbeitbarkeit erforderlich ist. Wenn der Gehalt niedriger ist als 0,1%, wird die maschinelle Bearbeitbarkeit nicht signifikant verbessert. Oberhalb 3% findet im beträchtlichen Maße eine Segregation des Elementes statt, was zur Verringerung der Festigkeit und der Warmverarbeitbarkeit führt. Demgemäß liegt der Gehalt im Bereich von 0,1 bis 3%.

45

Die vorliegende Erfindung wird mittels des folgenden Beispiels näher erläutert.

Beispiel

Kupferlegierungen, die die in den anliegenden Tabellen angegebenen Zusammensetzungen aufweisen, wurden geschmolzen und gegossen, anschließend warmgeschmiedet und einem Zugversuch zur Beurteilung der Festigkeit, einem Kerbschlagebiegeversuch nach Charpy zur Beurteilung der Duktilität und einem Abnutzungsbeständigkeitstest unterworfen, wobei hierfür ein Synchronisierring für Kraftfahrzeuggetriebe hergestellt wurde und dessen kegelförmige Fläche einem Abnutzungsbeständigkeitstest unter Verwendung eines Konus aus Stahlmaterial unterworfen wurde (JIS SCM420H9). Die Testbedingungen des Abnutzungsbeständigkeitstests schlossen eine Ringdrucklast von 60 kgf, eine Gleitgeschwindigkeit von 4,7 m/s und eine Anzahl von Druckzyklen von 2000 ein. ATF Dexron wurde als Schmieröl verwendet und der Grad der Verschiebung durch Abnutzung (d. h. der Grad der Verschiebung des Synchronisierrings entlang der axialen Richtung des Konus) wurde gemessen. Diese Ergebnisse sind in den anliegenden Tabellen dargestellt.

50

55

Wie aus den Ergebnissen der anliegenden Tabellen deutlich wird, besitzen die erfindungsgemäßen Kupferlegierungen hohe Festigkeit, hohe Duktilität und eine gute Abnutzungsbeständigkeit. Im Gegensatz dazu sind die Vergleichslegierungen, in denen der Gehalt oder die Gehalte einiger Elemente außerhalb des Bereichs der Erfindung liegen, schlechter in einer oder allen Eigenschaften. Die erfindungsgemäßen Kupferlegierungen können somit harten Gleitbedingungen standhalten, die durch Hochgeschwindigkeits- und Hochbelastungs-trieb hervorgerufen werden und auch durch die niedrige Viskosität von Schmierölen.

60

65

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65

Tabelle 1-1

Le- gierung Nr.	Zusammensetzung (Gew.-%)	Co	Zr	Ti	V	Si	Mn	Pb	Sn	Cu ⁺	Zug- festigkeit (N/mm ²)	Kerb- schlag- härtefestig- (J/cm ²)	Abnutzungs- verlust (μm)
Erfindungsgemäße Legierungen													
1	10,2	7,97	0,22	1,05	1,90	1,01				77,6	657	23,5	315
2	30,5	4,99	0,20	1,06	2,03	0,98				60,2	755	21,6	290
3	42,7	2,09	0,27	1,06	2,07	1,09				50,7	716	17,7	270
4	30,1	4,54	0,01	0,96	1,93	1,11				61,3	716	20,6	310
5	30,3	4,43	0,90	0,85	2,03	0,83				60,6	696	17,7	285
6	30,0	4,41	0,23	1,10	1,88	0,89	0,01			61,4	716	22,6	305
7	29,6	4,49	0,30	1,18	2,16	1,90				60,3	706	17,7	275
8	30,6	4,36	0,26	2,01	0,91	0,01				61,8	686	19,6	320
9	30,3	4,52	0,27	2,11		1,12				61,6	706	19,6	295
10	30,4	4,51	0,30	2,11		1,99				60,6	735	16,7	280
11	30,5	4,56	0,31	1,98	1,02		0,01			61,6	726	21,6	310
12	30,1	4,48	0,21	1,90		0,87				62,4	696	19,6	295
13	30,7	4,54	0,23	2,03		1,94				60,5	716	16,7	290
14	30,0	4,48	0,25	2,00		0,89	0,27			62,1	726	19,6	280
15	30,5	4,47	0,23	1,98		0,88	0,31			61,6	745	20,6	280
16	30,1	4,59	0,24	1,90		0,97	0,26			61,9	716	19,6	290
17	29,5	3,83	0,25	0,14		1,05		1,95		63,2	735	16,7	275
18	29,9	4,62	0,28	2,00		1,05		1,95		60,2	735	20,6	280
19	30,3	4,55	0,23	4,38		1,09		0,11		59,3	745	17,7	260
20	29,8	4,61	0,25	0,09		0,96				64,2	686	17,7	260
21	30,3	4,49	0,22	4,22		1,11				1,45	58,2	716	16,7
22	30,2	3,93	0,28			0,10	1,06			2,86	61,5	686	20,6

Tabelle 1-2

Le- gierung Nr.	Zusammensetzung (Gew.-%)								Cu ⁺ Verun- reini- gung	Zug- festigkeit (N/mm ²)	Kerb- schlag- biegefestig- (J/cm ²)	Abnutzungs- verlust (μm)	
	Zn	Al	Mo	Fe	Ni	Co	Zr	Ti					
Erfindungsgemäße Legierungen													
23	30,2	4,52	0,24	2,05	0,93					0,12	61,9	696	17,7
24	30,6	4,44	0,25	2,12	0,92					0,11	59,3	706	17,7
25	29,9	4,52	0,26	1,03	2,12	0,76	0,66	2,92		0,12	59,3	696	18,6
26	29,7	4,08	0,18	0,90	1,95	0,79	0,73	0,73		0,12	61,2	726	17,7
27	30,3	4,47	0,21	0,94	1,95	0,52	0,73	0,73		0,93	58,0	628	19,6
28	30,3	4,05	0,29	1,06	2,05	0,91	0,15	0,44	0,19	0,95	2,10	56,7	15,7
29	29,8	4,56	0,28	0,76	1,99	0,91	0,15	0,77	0,78	0,86	0,25	677	18,6
30	30,4	4,47	0,23	0,68	2,15	0,71	0,71	0,78	0,03	0,78	58,4	667	18,6
31	30,6	4,52	0,20	0,75	2,12	0,73	0,78	1,52		1,52	58,8	696	22,6
32	30,6	4,42	0,25	0,71	2,05	0,73	0,51	2,05	0,21	0,14	58,5	686	21,6
33	30,1	4,17	0,22	0,68	2,13	0,79	0,52	0,21	1,89	1,89	59,2	706	18,6
Vergleichslegierung													
1	8,3*)	6,16	0,24	1,01	2,19	0,77				81,3	608	29,4	1160*)
2	30,5*)	1,62*)	0,22	1,05	2,25	0,77				63,5	608	29,4	1165*)
3	45,5*)	4,48	0,26	0,97	2,02	0,76				46,0	Gußriss wegen Austaillation		
4	30,2	9,36*)	0,22	0,97	1,91	0,72				56,6			
5	30,4	4,54	0,26	1,01	2,11	0,79				61,1	716	19,6	580*)
6	30,2	4,48	1,06*)	0,99	2,04	0,79				60,4	696	5,9	210
7	29,8	4,55	0,26	0,71	2,09	0,74				64,6	696	19,6	600*)
8	30,5	4,49	0,30	1,01	2,09	0,74				61,6	696	19,6	720*)

*) Außerhalb des Bereichs der Erfindung.

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65

65 60 55 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5

Tabelle 2-1

Le- gierung Nr.	Zn	Zusammensetzung (Gew.-%)	V	Fe	Ni	Co	Si	Mn	Pb	Cu ⁺	Zug- festigkeit (N/mm ²)	Kerb- schlag- biegefestig- keit 2 (J/cm ²)	Abnutzungs- verlust (μm)
Erfindungsgemäße Legierungen													
1	30,4	4,89	0,30	2,51	1,08	0,54					60,2	716	21,6
2	30,5	4,55	0,01	2,55	1,66						60,7	726	19,6
3	30,1	4,48	0,92	2,61	0,01	1,07					60,8	696	17,7
4	30,2	4,47	0,33	0,12	1,09		0,31				63,4	726	21,6
5	29,8	4,49	0,35	2,98	1,10	0,01					60,9	696	17,7
6	30,3	4,37	0,51	2,46	0,01	0,87					61,8	686	19,6
7	30,4	4,53	0,32	2,53	0,87		0,30				61,0	696	19,6
8	30,6	4,56	0,25	2,22	1,91		0,30				60,1	686	19,6
9	30,1	4,56	0,58	2,56	0,01	0,01	0,59				61,6	696	17,7
10	30,9	4,49	0,35	2,37	0,91		0,33				60,6	696	17,7
11	29,8	4,38	0,26	2,46	1,88		0,31				60,9	706	18,6
12	30,1	4,39	0,46	2,39	0,75	0,26	0,40				61,2	706	18,6
13	30,3	4,41	0,52	2,31	0,86	0,21	0,48				60,9	696	19,6
14	30,5	4,59	0,36	2,57	1,12		0,36				60,3	735	275
15	30,1	4,05	0,42	2,48	1,20		0,41				58,4	726	280
16	30,1	4,42	0,44	2,56	1,01		0,37				61,0	696	275
17	30,6	4,01	0,43	2,55	1,06		0,35				61,0	696	295
18	30,2	4,16	0,35	2,59	0,92		0,37				58,0	706	15,7
19	30,7	3,99	0,43	2,48	0,96		0,39				1,12	745	19,6
											1,92	0,74	58,3
												726	19,6
													285

Tabelle 2-2

Le- gierung Nr.	Zn	Al	Nb	Zn	Sn	Zr	Ti	V	Fe	Ni	Co	Si	Mn	Pb	Cu ⁺	Zug- festigkeit Verun- reini- gung	(N/mm ²)	Kerb- schlag- festig- keit (J/cm ²)	Abnutzungs- verlust (μm)
Erfindungsgemäße Legierungen																			
20	30,3	4,56	0,34	2,42	1,03	0,11	0,32								60,9	706	19,6	290	
21	29,9	4,58	0,35	2,48	0,73	0,33	0,56								61,0	735	15,7	260	
22	29,8	4,61	0,38	1,57	0,98	1,01	3,02								58,6	716	19,6	265	
23	30,1	4,56	0,41	1,55	0,74	1,10	3,02								58,5	716	17,7	260	
24	29,7	4,64	0,45	1,59	0,76	0,51	2,21	0,55							59,1	686	17,7	265	
25	30,5	4,48	0,42	1,53	0,10	0,51	2,95	1,46							58,0	696	15,7	260	
26	30,0	4,36	0,46	2,16	0,75	0,30	0,15	0,40							60,6	706	17,7	280	
27	30,8	4,41	0,45	2,31	0,70	0,26	0,43	0,20							59,5	706	17,7	280	
28	30,6	4,26	0,48	2,27	0,86	0,21	0,11	0,48	0,15						75,0	59,5	16,7	275	
29	30,2	4,21	0,50	2,43	0,43	0,56	0,15	0,47							1,10	0,25	59,7	265	
30	30,1	4,23	0,54	2,36	0,21	0,70	0,16	0,15	0,60	0,21	1,06	0,35		59,3	706	16,7	270		
31	30,9	4,41	0,32	1,46	1,05										57,5	735	15,7	260	
32	30,2	3,93	0,33	2,94	1,10										61,3	686	19,6	300	
33	30,5	4,54	0,39	0,10	0,93										2,06	61,4	17,7	270	
34	29,9	3,99	0,38	0,32	0,11	0,42	0,20	0,77	1,91	0,98	0,92	2,05	0,96	706	667	17,7	300		
35	30,1	4,10	0,38	0,15	0,69	0,68	2,16				0,51	2,06	0,91	696	21,6	305			
36	31,1	4,01	0,35	1,95	0,73	0,72	1,97				0,48	0,23	58,4	686	17,7				
Vergleichslegierungen																			
1	8,6*)	6,12	0,34	2,53	1,19										80,8	598	29,4	1110*)	
2	30,6	1,69*)	0,32	2,54	1,12										63,4	598	29,4	1050*)	
3	45,7*)	4,45	0,36	2,39	1,05										45,7	Grundriß wegen Ausfällung			
4	30,4	9,33*)	0,32	2,48	1,08										56,0				
5	30,4	4,51	—*)	2,42	1,02										61,6	716	19,6	570*)	
6	30,5	4,49	1,10*)	2,49	1,06										59,4	706	4,9	235	
7	29,7	4,54	0,36	—*)	1,10										63,9	696	19,6	615*)	
8	30,7	4,48	0,41	2,55	—*)	—*)									61,5	706	19,6	730*)	

*) Außerhalb des Bereichs der Erfinlung

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 60 65

65 60 55 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5

Tabelle 3-1

Legierung Nr.	Zn	Zusammensetzung (Gew.-%)	Co	Zr	Ti	V	Si	Mn	Pb	Cu ⁺	Zugfestigkeit (N/mm ²)	Kerbsschlag- biegefestig- keit (J/cm ²)	Abnutzungs- verlust (μm)
Erfindungsgemäße Legierungen													
1	30,2	4,96	0,30	1,01	2,02	1,09				0,01	755	22,6	
2	30,3	4,56	0,01	1,06	1,94	1,10				60,4	716	19,6	295
3	30,1	4,42	0,91	0,89	2,09	0,85				61,0	686	17,7	300
4	29,8	4,38	0,33	1,05	1,89	0,83	0,01			60,7	716	21,6	275
5	29,7	4,44	0,40	1,08	2,10	1,93				61,7	686	17,7	315
6	31,2	4,26	0,29		2,03	0,92	0,01			60,3	706	19,6	275
7	30,1	4,52	0,37		2,13		1,06			61,2	706	19,6	320
8	30,5	4,61	0,40		2,01		1,95			61,8	706	19,6	290
9	30,6	4,52	0,36		1,96	1,06				60,5	735	15,7	280
10	30,1	4,38	0,41		1,95		0,01			61,4	706	19,6	320
11	30,8	4,59	0,33		2,13		0,89			62,2	706	19,6	290
12	30,2	4,44	0,37		2,00		1,93			60,2	735	15,7	280
13	30,5	4,46	0,40		1,93		0,87	0,29		61,8	735	19,6	280
14	30,0	4,52	0,44		1,91		0,81	0,25		61,6	735	19,6	285
15	29,9	3,88	0,40	0,10			0,98	0,32		61,8	735	19,6	290
16	29,8	4,61	0,38	2,03			1,05		1,92	62,7	765	15,7	260
17	30,0	4,51	0,31	4,46			1,01		0,96	61,2	735	19,6	260
18	29,7	4,68	0,35		0,11		1,01		0,09	59,6	735	17,7	260
										64,1	686		

Tabelle 3-2

*) Außerhalb des Bereichs der Erfindung

Patentansprüche

1. Abnutzungsbeständige Kupferlegierung, dadurch gekennzeichnet, daß sie aus
 - (1) 10 bis 43% Zink,
 - (2) 2 bis 8% Aluminium,
 - (3) 0,01 bis 1% Molybdän
 - (4) 0,01 bis 2% Zirkonium, Titan und/oder Vanadium,
 - (5) 0,1 bis 5% Eisen, Nickel und/oder Kobalt sowie
 - (6) Kupfer als Rest mit unvermeidlichen Verunreinigungen besteht.
- 10 2. Kupferlegierung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie zusätzlich 0,1 bis 3% Mangan, 0,1 bis 2% Silicium, 0,1 bis 3% Zinn und/oder 0,1 bis 3% Blei enthält.
3. Abnutzungsbeständige Kupferlegierung, dadurch gekennzeichnet, daß sie aus
 - (1) 10 bis 43% Zink,
 - (2) 2 bis 8% Aluminium,
 - (3) 0,01 bis 1% Niob.
 - (4) 0,01 bis 2% Zirkonium, Titan und/oder Vanadium,
 - (5) 0,1 bis 3% Zinn und/oder 0,1 bis 5% Eisen, Nickel und/oder Kobalt,
 - (6) von 56 bis 65% Kupfer als Rest mit unvermeidlichen Verunreinigungen besteht.
- 15 4. Kupferlegierung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß sie zusätzlich 0,1 bis 3% Mangan, 0,1 bis 2% Silicium und/oder 0,1 bis 3% Blei enthält.
- 20 5. Verwendung einer Kupferlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 für einen Synchronisierring im Kraftfahrzeuggetriebe.

25

30

35

40

45

50

55

60

65